

AMEF

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA



El AMEF o FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) es una técnica de prevención, utilizada para detectar por anticipado los posibles modos de falla, con el fin de establecer los controles adecuados que eviten la ocurrencia de defectos.

The letters 'A', 'M', 'E', and 'F' are rendered in a hand-drawn, 3D block style. Each letter has a thick outline and is filled with a diagonal hatching pattern. Small, radiating lines around the top of each letter suggest a glowing or vibrating effect.

ANÁLISIS

De modo y efecto

DE LA FALLA

OBJETIVOS

1. Identificar los modos de falla potenciales, y calificar la severidad de su efecto.
2. Evaluar objetivamente la ocurrencia de causas y la habilidad de los controles para detectar la causa cuando ocurre.
3. Clasifica el orden potencial de deficiencias de producto y proceso.
4. Se enfoca hacia la prevención y eliminación de problemas del producto y proceso

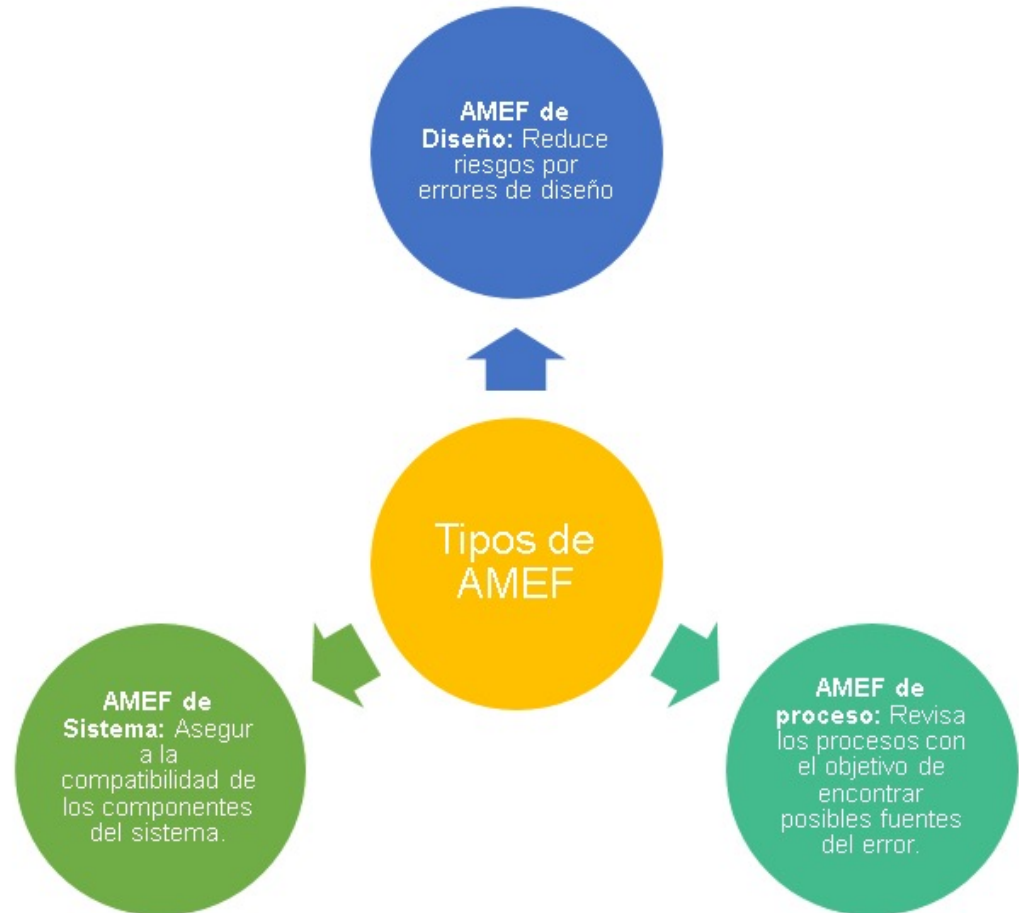


Preparación del AMFE

Se recomienda que sea un equipo multidisciplinario el que lo lleve a cabo.

Por ejemplo: el ingeniero responsable del sistema, producto o proceso de manufactura/ ensamble se incluye en el equipo, así como representantes de las áreas de Diseño, Manufactura, Ensamble, Calidad, Confiabilidad, Servicio, Compras, Pruebas, Proveedores y otros expertos en la materia que se considere conveniente.

Tipos de AMEF's



1- Determinar el proceso o producto a analizar

- AMEF de diseño(FMAD): Enumerar que es lo que se espera del diseño del producto, que es lo que quiere y necesita el cliente, y cuales son los requerimientos de producción. Así mismo listar el flujo que seguirá el producto a diseñar, comenzando desde el abastecimiento de materia prima los procesos de producción hasta la utilización del producto por el usuario final. Determinar las áreas que sean más sensibles a posibles fallas.
- AMEF de procesos(FMEAP): Listar el flujo del proceso que se esté desarrollando, comenzando desde el abastecimiento de la materia prima, el proceso de transformación hasta la entrega al cliente. Determinar las áreas que sean más sensibles a posibles fallas. En el caso de empresas de servicios no hay materias primas, para estos caso se toman en cuenta las entradas del proceso.

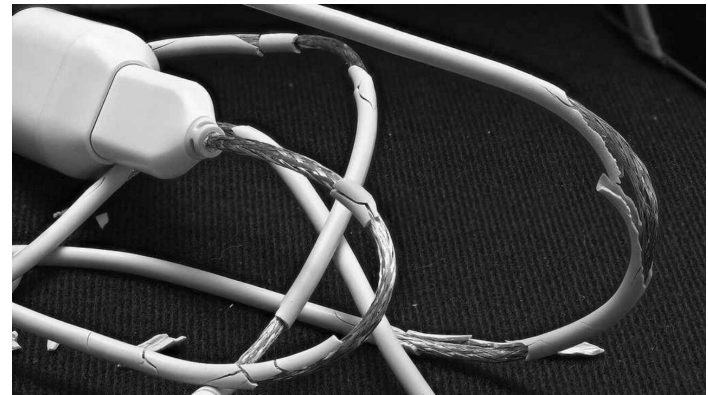
2- Establecer los modos potenciales de falla

Para cada una de las áreas sensibles a fallas determinadas en el punto anterior se deben establecer los modos de falla posibles. Modo de falla es la manera en que podría presentarse una falla o defecto. Para determinarlas nos cuestionamos ¿De qué forma podría fallar la parte o proceso?



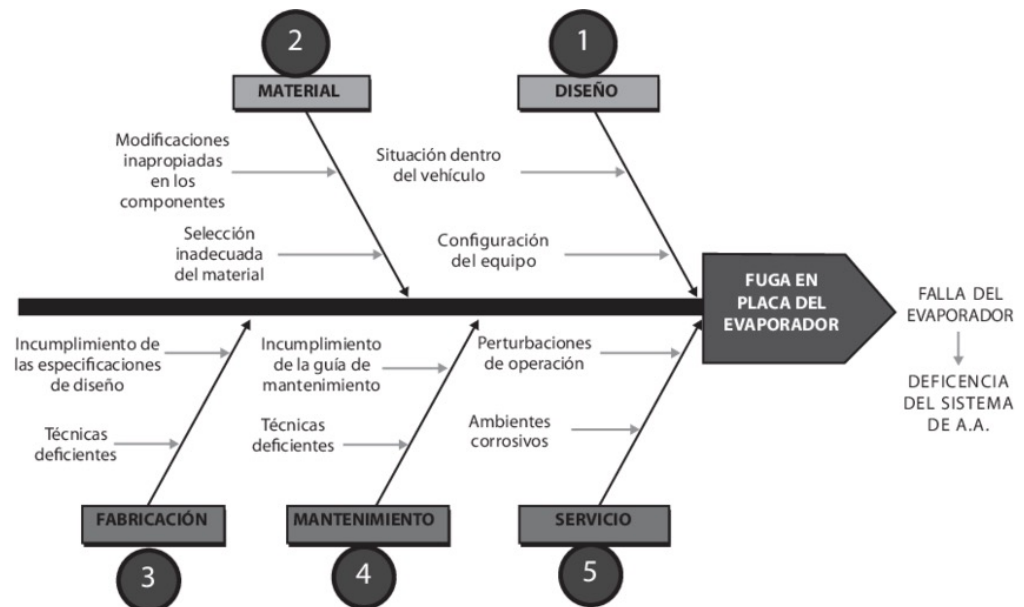
3- Determinar el efecto de la falla

Si el modo de falla no se previene o corrige a tiempo el cliente se verá afectado, se debe determinar las consecuencias que puede sufrir el consumidor final cuando es víctima de un producto o servicio defectuoso, ejemplos podrían ser deterioro prematuro, operación errática, ruidoso, etc.



4- Determinar la causa de la falla

La Causa es una deficiencia que se puede generar en el diseño, los materiales, componentes, fatiga, corrosión, entre otros más. Las causas son fuentes de Variabilidad asociada con variables de Entrada Claves (KPIs).



5- Describir las condiciones actuales

Anotar los controles actuales que estén dirigidos a prevenir o detectar la causa de la falla.

- Primera Línea de Defensa - Evitar o eliminar causas de falla.
- Segunda Línea de Defensa - Identificar o detectar falla anticipadamente.
- Tercera Línea de Defensa - Reducir impactos / consecuencias de falla

6- Determinar el grado de severidad

Para estimar el grado de severidad, se debe de tomar en cuenta el efecto de la falla en el cliente. Se utiliza una escala del 1 al 10: el '1' indica una consecuencia sin efecto. El 10 indica una consecuencia grave.



Efecto	Rango	Criterio
No	1	Sin efecto
Muy poco	2	Cliente no molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
Poco	3	Cliente algo molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
Menor	4	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
Moderado	5	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
Significativo	6	El cliente se siente algo inconforme. El desempeño del artículo se ve afectado, pero es operable y está a salvo. Falla parcial, pero operable.
Mayor	7	El cliente está insatisfecho. El desempeño del artículo se ve seriamente afectado, pero es funcional y está a salvo. Sistema afectado.
Extremo	8	El cliente muy insatisfecho. Artículo inoperable, pero a salvo. Sistema inoperable
Serio	9	Efecto de peligro potencial. Capaz de discontinuar el uso sin perder tiempo, dependiendo de la falla. Se cumple con el reglamento del gobierno en materia de riesgo.
Peligro	10	Efecto peligroso. Seguridad relacionada - falla repentina. Incumplimiento con reglamento del gobierno.

7- Determinar el grado de ocurrencia

Es necesario estimar el grado de ocurrencia de la causa de la falla potencial. Se utiliza una escala de evaluación del 1 al 10.

El “1” indica remota probabilidad de ocurrencia, el “10” indica muy alta probabilidad de ocurrencia.



Ocurrencia	Rango	Criterios	Probabilidad de Falla
Remota	1	Falla improbable. No existen fallas asociadas con este proceso o con un producto casi idéntico.	<1 en 1,500,000
Muy Poca	2	Sólo fallas aisladas asociadas con este proceso o con un proceso casi idéntico.	1 en 150,000
Poca	3	Fallas aisladas asociadas con procesos similares.	1 en 30,000
Moderada	4 5 6	Este proceso o uno similar ha tenido fallas ocasionales	1 en 4,500 1 en 800 1 en 150
Alta	7 8	Este proceso o uno similar han fallado a menudo.	1 en 50 1 en 15
Muy Alta	9 10	La falla es casi inevitable	1 en 6 >1 en 3

8- Determinar el grado de detección

Se estimará la probabilidad de que el modo de falla potencial sea detectado antes de que llegue al cliente. El '1' indicará alta probabilidad de que la falla se pueda detectar. El '10' indica que es improbable ser detectada.



Probabilidad	Rango	Criterio	Probabilidad de detección de la falla.
Alta	1	El defecto es una característica funcionalmente obvia	99.99%
Medianamente alta	2-5	Es muy probable detectar la falla. El defecto es una característica obvia.	99.7%
Baja	6-8	El defecto es una característica fácilmente identificable.	98%
Muy Baja	9	No es fácil detecta la falla por métodos usuales o pruebas manuales. El defecto es una característica oculta o intermitente	90%
Improbable	10	La característica no se puede checar fácilmente en el proceso. Ej: Aquellas características relacionadas con la durabilidad del producto.	Menor a 90%

9- Calcular el número de prioridad de riesgo. NPR

Es un valor que establece una jerarquización de los problemas a través de la multiplicación del grado de ocurrencia, severidad y detección, éste provee la prioridad con la que debe de atacarse cada modo de falla, identificando ítems críticos.



Prioridad de NPR

500 – 1000 Alto riesgo de falla.

125 – 499 Riesgo de falla medio.

1 – 124 Riesgo de falla bajo.

0 No existe riesgo de falla.



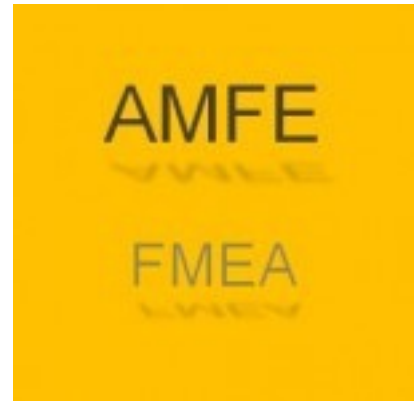
10- Acciones recomendadas

Anotar la descripción de las acciones preventivas o correctivas recomendadas , incluyendo responsables de las mismas. Anotando la fecha compromiso de implantación. Se pueden recomendar acciones encaminadas hacia:

- Eliminar o disminuir la OCURRENCIA de la causa del modo de falla. (modificaciones al diseño o al proceso, Implementación de métodos estadísticos, ajuste a herramental, etc.)
- Reducir la SEVERIDAD del modo de falla. (Modificaciones en el diseño del producto o proceso).
- Incrementar la probabilidad de DETECCIÓN. (Modificaciones en el diseño del producto o proceso para ayudar a la detección).

11- Recalcular el NPR

Una vez realizadas las acciones correctivas o preventivas, se recalcula el grado de ocurrencia, severidad, detección y el NPR.



12- Actualización del AMEF

Cada vez que haya alguna modificación en el proceso o en el producto se debe de actualizar el A.M.E.F.



AMEF_{diseño} vrs AMEF_{proceso}

	AMEFD	AMEFP
Artículo	Característica del diseño	Paso del proceso
Falla	Forma en que el producto falla	Forma en que el proceso falla al producir el requerimiento que se desea
Controles	Técnicas de diseño de verificación de validación	Controles de Proceso

**ANÁLISIS DE MODO
Y EFECTO DE LAS FALLAS
(PROCESO)**

AMEF número _____ A _____

Página _____ de _____

Preparado por _____ H _____

Fecha AMEF (Original) _____ F _____

Artículo _____ B _____

Responsable del proceso _____ C _____

Modelo/Año(s)/ Progamas _____ D _____

Fecha clave _____ E _____

Equipo principal _____ G _____

Etapa/función del proceso/ requerimientos	Modo potencial de falla	Efecto(s) potenciales de la falla	Severidad	Clasificación	Causa(s) potenciales de la falla	Proceso actual				NPR	Acciones recomendadas	Responsabilidad y fecha compromiso	Resultados de acciones						
						Controles preventivos	Ocurrencia	Controles de detección	Detección				Acciones tomadas, y fecha de finalización	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR		
a	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	-	-	-	-	-	-

■ FIGURA 14.2 Formato AMEF para proceso con encabezados, letras A-H, y el análisis de riesgo, letras a-n.

**ANÁLISIS DE MODO
Y EFECTO DE LAS FALLAS
(PROCESO)**

AMEF número _____ A

Página _____ de _____

Preparado por _____ H

Fecha AMEF (Original) _____ F

Artículo _____ B

Responsable del proceso _____ C

Modelo/Año(s)/ Programas _____ D

Fecha clave _____ E

Equipo principal _____ G

Etapa/función del proceso/ requerimientos	Modo potencial de falla	Efecto(s) potenciales de la falla	Severidad	Clasificación	Causa(s) potenciales de la falla	Proceso actual				NPR	Acciones recomendadas	Responsabilidad y fecha compromiso	Resultados de acciones							
						Controles preventivos	Ocurrencia	Controles de detección	Detección				Acciones tomadas y fecha de finalización	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR			

El diagrama de flujo ilustra el proceso de diagnóstico y acción:

- Inicio:** ¿Cuáles son las funciones, propósitos o requisitos? (Círculo)
- Columna Modo potencial de falla:** ¿Qué puede salir mal? (Cuadro con lista: No funciona, Funciona parcialmente excedido o faltante, Función intermitente, Función diferente a lo planeado)
- Columna Efecto(s) potenciales de la falla:** ¿Cuál(es) es (son) el (los) efectos (s)?
- Columna Severidad:** ¿Qué tan severo es?
- Columna Causa(s) potenciales de la falla:** ¿Cuál(es) (son) la(s) causa(s)?
- Columna Ocurrencia:** ¿Con qué frecuencia sucede?
- Columna Controles de detección:** ¿Cómo puede prevenirse o detectarse?
- Columna Detección:** ¿Qué tan bueno es este método de detección?
- Columna Acciones recomendadas:** ¿Qué puede hacerse? (Lista: Cambio de diseño, Cambio de proceso, Controles especiales, Cambios en los estándares, los procedimientos o las guías)

Las flechas indican el flujo de información: desde las preguntas de diagnóstico hacia las acciones recomendadas, pasando por las columnas de diagnóstico correspondientes.

CRITERIO DE EVALUACIÓN DE SEVERIDAD SUGERIDO PARA AMEFP

Esta calificación resulta cuando un modo de falla potencial resulta en un defecto con un cliente final y/o una planta de manufactura / ensamble. El cliente final debe ser siempre considerado primero. Si ocurren ambos, use la mayor de las dos severidades

Efecto	Efecto en el cliente	Efecto en Manufactura /Ensamble	Calif.
Peligroso sin aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con <u>nalguna</u> regulación gubernamental, sin aviso	Puede exponer al peligro al operador (máquina o ensamble) sin aviso	10
Peligroso con aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con <u>nalguna</u> regulación gubernamental, con aviso	Puede exponer al peligro al operador (máquina o ensamble) sin aviso	9
Muy alto	El producto / <u>item</u> es inoperable (pérdida de la función primaria)	El 100% del producto puede tener que ser desechado o reparado con un tiempo o costo infinitamente mayor	8
Alto	El producto / <u>item</u> es operable pero con un reducido nivel de desempeño. Cliente muy insatisfecho	El producto tiene que ser seleccionado y un parte desechada o reparada en un tiempo y costo muy alto	7
Moderado	Producto / <u>item</u> operable, pero un <u>item</u> de confort/conveniencia es inoperable. Cliente insatisfecho	Una parte del producto puede tener que ser desechado sin selección o reparado con un tiempo y costo alto	6
Bajo	Producto / <u>item</u> operable, pero un <u>item</u> de confort/conveniencia son operables a niveles de desempeño bajos	El 100% del producto puede tener que ser <u>retrabajado</u> o reparado fuera de línea pero no necesariamente va al <u>àrea</u> de retrabaio .	5
Muy bajo	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos y rechinidos. Defecto notado por el 75% de los clientes	El producto puede tener que ser seleccionado, sin desecho, y una parte <u>retrabajada</u>	4
Menor	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos y rechinidos. Defecto notado por el 50% de los clientes	El producto puede tener que ser <u>retrabajada</u> , sin desecho, en línea, pero fuera de la estación	3
Muy menor	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos, y rechinidos. Defecto notado por clientes muy <u>criticos</u> (menos del 25%)	El producto puede tener que ser <u>retrabajado</u> , sin desecho en la línea, en la estación	2
Ninguno	Sin efecto perceptible	Ligero inconveniente para la operación u operador, o sin efecto	1

CRITERIO DE EVALUACIÓN DE OCURRENCIA SUGERIDO PARA AMEFP

Probabilidad	Índices Posibles de falla	<u>Ppk</u>	<u>Calif.</u>
Muy alta: Fallas persistentes	≥ 100 por mil piezas	< 0.55	10
	50 por mil piezas	> 0.55	9
Alta: Fallas frecuentes	20 por mil piezas	> 0.78	8
	10 por mil piezas	> 0.86	7
Moderada: Fallas ocasionales	5 por mil piezas	> 0.94	6
	2 por mil piezas	> 1.00	5
	1 por mil piezas	> 1.10	4
Baja : Relativamente pocas fallas	0.5 por mil piezas	> 1.20	3
	0.1 por mil piezas	> 1.30	2
Remota: La falla es improbable	< 0.01 por mil piezas	> 1.67	1

CRITERIO DE EVALUACIÓN DE DETECCIÓN SUGERIDO PARA AMEFP

Detección	Criterio	Tipos de Inspección			Métodos de seguridad de Rangos de Detección	Calificación
		A	B	C		
Casi imposible	Certeza absoluta de NO detección			X	No se puede detectar o no es verificada	10
Muy remota	Los controles probablemente no detectarán			X	El control es logrado solamente con verificaciones indirectas o al azar	9
Remota	Los controles tienen poca oportunidad de detección			X	El control es logrado solamente con inspección visual	8
Muy baja	Los controles tienen poca oportunidad de detección			X	El control es logrado solamente con doble inspección visual	7
Baja	Los controles pueden detectar		X	X	El control es logrado con métodos gráficos con el CEP	6
Moderada	Los controles pueden detectar		X		El control se basa en mediciones por variables después de que las partes dejan la estación o en dispositivos pasa NO pasa realizado al 100%	5
Moderadamente alta	Los controles tienen una buena oportunidad para detectar	X	X		Detección de error en operaciones sub siguientes, o medición realizada en el ajuste y verificación de primera pieza	4
Alta	Los controles tienen una buena oportunidad para detectar	X	X		Detección del error en la estación o detección del error en operaciones sub siguientes por filtros múltiples de aceptación: suministro, instalación y verificación.	3
Muy Alta	Controles casi seguros para detectar	X	X		Detección del error en la estación medición automática con dispositivo de paro automático, no puede pasar la parte discrepante.	2
Muy Alta	Controles casi seguros para detectar	X			No se pueden hacer partes discrepantes porque el item ha pasado a prueba de errores dado el diseño del producto o proceso.	1

Tipos de inspección: A = prueba de error B = medición automatizada C = inspección visual manual